

A Sr-89 adszorpciójának vizsgálata különböző talajokon

TÖRÖK ISTVÁN

Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest

A talajtani vizsgálatoknál elterjedt izotópindikációs mérések egyrészt azt a célt szolgálják, hogy a talajok fiziko-kémiai, fizikai sajátságainak, illetve azok változásainak paramétereit meghatározzuk, másrészt modell-kísérletekkel nyomon követhetjük egy bizonyos elem megkötődését, mozgását a talajban és meghatározhatjuk azokat a tényezőket, amelyek ezt befolyásolják.

A talajok adszorpciós sajátságainak vizsgálatára különösen célszerűnek bizonyultak a radioaktív izotópok [1].

A különböző radioaktív anyagok talajban történő megkötődésének vizsgálata, különösen a radioaktív szennyeződés szempontjából, jelentőssé vált. A radioaktív *fall-out*-ból a talajfelszínre jutó anyagok közül a Sr-90 megkötődését, mozgását és a növények által történő felvételét tanulmányozták.

Megállapítást nyert, hogy a Sr-90 megkötődése a különböző talajokon elsősorban a talajban jelenlevő agyagásvány tartalomtól, Ca, CaCO_3 -tartalomtól és a pH-értéktől függ [2]. A Sr-90 talajban történő megkötődésének tanulmányozására különösen alkalmas a Sr-89 izotóp, mivel felezési ideje 53 nap, így a kísérletek elvégzése nem jelent maradandó radioaktív szennyeződést. A Sr rövid felezési idejű izotópjait alkalmazták a kationkicszerelő kapacitás meghatározására is [3].

A Sr-89 adszorpciós vizsgálatokkal az volt a cél, hogy tanulmányozzuk a különböző talajokon a Ca hordozó változásával az adszorpció lefolyását, meghatározzuk a mértékét és a Ca-tartalom, valamint egyéb talajtani tulajdonságok hatását a Sr adszorpciójára.

A feladat további része volt a különböző talajokon adszorbeálódott Sr kioldásának vizsgálata abból a célból, hogy megállapítsuk, melyek azok a tényezők, amelyek a Sr kioldódását a talajból elősegítik.

A Sr-89 kioldását befolyásoló faktorok ismerete segítséget nyújt annak a tanulmányozásában, hogy a Sr-90 megkötődését különböző talajokon milyen feltételekkel tudjuk csökkenteni és a kioldódást elősegíteni, ez által a radioaktív szennyeződés továbbjutását a növényekbe mérsékelni.

Anyag és módszer

A Sr-89 megkötődés vizsgálatához 4 különböző típusú talajt választottunk ki. Mechanikai és kémiai összetétel tekintetében szintén eltérőek. A vizsgált talajok fontosabb adatait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A vizsgált talajok jellemzése

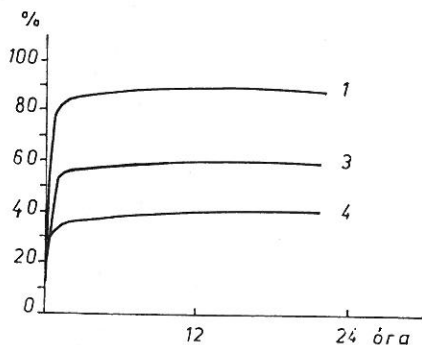
(1) A talaj és típusa	(2) Ca vizes kivonatban mg-e/100 g	(3) Fizikai agyag %	pH
A) Apaj, réti öntés	6,0	41	7,3
B) Paks, humuszos homok	3,2	15	6,6
C) Apaj, szoloncsák	3,8	26	8,1
D) Apaj, csernozjom	3,0	30	7,2

A talajokból, valamint a bentonit mintából 1 : 50 arányú 10 ml térfogatú szuszpenziót készítettünk vízzel, valamint 0,001 n, 0,005 n, 0,01 n CaCl_2 -oldattal. A szuszpenziót 1 napig állni hagytuk, majd aktív Sr-oldattal jeleztük. A jelzés pillanatától kezdve rázattuk az oldatokat, majd 2, 5, 15, 30 perc, 1, 2, 4, 8, 16 és 24 óra múlva mintát vettünk. A tiszta oldatból 1 ml-t bepároltunk, majd GM-csöves berendezésben mértük az aktivitást. A kiindulási aktivitás ismeretében meghatároztuk a bentoniton, illetve a talajokon megkötődött Sr-89 mennyiségét.

A bentoniton megkötődött Sr-89 mennyiségének változását az idő függvényében az 1. ábra szemlélteti. A különböző Ca-koncentrációjú oldatokban jól látható az adszorpció változása.

A különböző talajokon adszorbeálódott Sr-89 időbeli változását a különböző Ca-hordozó mellett a 2. ábra mutatja be.

A mérési adatok alapján megállapítható, az ábrák is szemléltetik, hogy az egyensúlyi állapot 16 órával a jelzés után beállt és a Sr adszorpciója egy határértéket ért el, amely érték a vizsgált talaj kémiai tulajdonságaitól és a Ca hordozó koncentrációjától függ, és a 24 órás adatok egyértelműen bizonyítják, hogy a Sr megkötődése az oldat Ca-tartalmával fordítottan arányos (2. táblázat).



1. ábra

A Sr-89 megkötődése bentoniton. Függőleges tengely: Az Sr-89 %-os megkötődése.
1. Víz. 3. 0,005 n CaCl_2 . 4. 0,01 n CaCl_2 .

2. táblázat

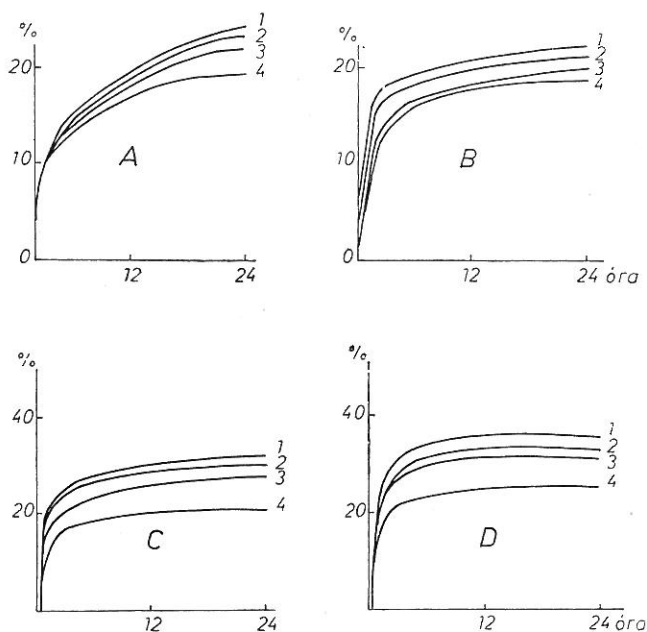
A vizsgált talajok Sr-89 adszorpciója különböző CaCl_2 tartalmú oldatokkal egyensúlyban ($t = 24$ óra)

(1) Minta	(2) Víz	CaCl_2		
		0,001 n	0,005 n	0,01 n
Bentonit	89		61,4	44,3
A) talaj	23,8	23,7	21,7	19,5
B) talaj	22,0	21,0	20,4	19,6
C) talaj	31,4	29,4	28,5	20,5
D) talaj	35,8	32,2	31,6	26,5

A mérési adatok alapján megállapítható, hogy a Sr-89 megkötődése függ az agyagfrakciótól is.

A kísérletek további célja az volt, hogy különböző agyagtartalmú talajokból megvizsgáljuk, hogy az adszorbeálódott Sr milyen mértékben oldódik ki víz, CaCl_2 és HCl hatására, illetve milyen mértékben marad vissza a talajban. A kísérleteket a 3. táblázatban ismertetett talajmintákon végeztük.

A talajokból 1 : 50 arányú szuszpenziót készítettünk 10 ml vízben, majd aktív Sr-al jeleztük, 24 óra múlva elválasztottuk a vizes fázist és mintát vettünk. A talajmintához 10 ml desztillált vizet adtunk, majd rázatás és 24 óra-



2. ábra

A Sr-89 megkötődése különböző (A-B-C-D) talajokon. Függőleges tengely: Az Sr-89 %-os megkötődése. 1. Víz. 2. 0,001 n CaCl_2 . 3. 0,005 n CaCl_2 . 4. 0,01 n CaCl_2

3. táblázat

A Sr-89 kioldási vizsgálatok talajmintáinak jellemzése

(1) Minta	(2) Ca vizes kivonatban mg/100 g	(3) Fizikai agyag %
1. Apaj 67/1	0,23	30,4
2. Apaj 67/2	0,30	15,2
3. Apaj 67/3	0,41	26,9
4. Apaj 67/4	0,20	23,8
5. Apaj 67/5	0,20	19,0
6. Apaj 67/6	0,29	18,1

állás után elválasztottuk a vizes fázist és 1 ml mintát vettünk az aktivitási méréshez. A fenti műveletet 0,01 m CaCl_2 oldattal és 0,001 n HCl oldattal is elvégeztük és mértük a kioldódott Sr mennyiségét az összes adszorbeálódott mennyiséghez viszonyítva. A mért értékekből kiszámítható a talajban maradt aktivitás. A mérési adatokat a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

Talajokból kioldott adszorbeált Sr-89 ^{90}Sr -os adatai

(1) Talaj	(2) Víz	0,01 n CaCl_2	0,001 n HCl	(3) Talajban maradt Sr-89
1.	56,5	20	8,5	19
2.	60,0	28	4,0	8
3.	64,0	24	2,0	10
4.	43,0	31	2,0	24
5.	57,0	19	3,0	21
6.	48,0	25	7,0	20

Az eredmények értékelése

A mérési adatok alapján megállapíthatjuk, hogy a Sr-adszorpciója bentoniton már 30 perc múlva eléri az egyensúlynak megfelelő maximális értéket és ez az érték a Ca-hordozó koncentrációjának növekedésével csökken. A nagy felületű agyagásványok a Sr-megkötődését elősegítik és ez a talajok esetében is várható.

Az A talajnál a nagy Ca-tartalom miatt az egyensúly lassan áll be, majd a Ca-hordozó értékétől függően a tiszta bentonit adszorpciós értékénél jóval alacsonyabb max. Sr adszorpciót mérünk.

A B talajnál a talaj alacsonyabb Ca-tartalma az adszorpciót elősegíti, az egyensúly gyorsan beáll, de az alacsony fizikai agyagtartalom miatt a Sr adszorpció az 1. talajéval lesz közel azonos értékű.

A C és D talajnál a viszonylag alacsony Ca-tartalom a talajban és a magasabb fizikai agyagtartalom a Sr adszorpcióját jelentősen megnöveli.

A mérési adatokból megállapítható, hogy az egyensúlyi oldat Ca-tartalmának növekedése a Sr adszorpcióját csökkenti.

A Sr kioldási vizsgálatoknál a különböző fizikai agyagtartalmú talajok esetében az 0,001 HCl-ben kioldódott és a talajban maradt hányad jellemzi az agyagfrakcióban erősen megkötött Sr-mennyiségét. A vízben kioldható és 0,01 m CaCl₂-ben kioldható mennyiség a talajok Ca-tartalmának változásával van korrelációban.

Itt is megfigyelhető a Ca-tartalom és az agyagfrakció mennyiségének hatása a Sr-kioldására.

A 3. mintánál a magasabb Ca-tartalom miatt a talajban maradt Sr-89 mennyisége jóval alacsonyabb, mint a hasonló agyagtartalmú, de kisebb Ca-tartalmú 4. talaj esetében.

A 2. kisebb agyagtartalmú talajnál szintén alacsonyabb értéket kapunk a talajban maradt Sr-89 mennyiségére. A mérési adatokból látható, hogy a talajban erősebben megkötődött Sr-mennyisége az agyagtartalom növekedésével nő, amennyiben a Ca-tartalom nem magas.

A kapott adatok alapján a megállapított összefüggések jól alkalmazhatók a *fall-out*-ból származó Sr-90 megkötődésének és kioldásának megbecslésére a különböző típusú talajoknál.

A növények számára felvehető radioaktív Sr mennyisége csökken a Ca-tartalom megnövelésével a talajban. A nagyobb agyagtartalmú talajok esetében tehát a Ca-adagolás, meszezés és az ezzel együttjáró öntözés elősegíti a radioaktív Sr kilúgzódását és ezáltal egy bizonyos terület radioaktív szennyezettsége csökkenthető.

Összefoglalás

A különböző talajokkal modell-kísérleteket végeztünk a Sr-89 adszorpciójának tanulmányozására.

A talajokat különböző koncentrációjú CaCl₂ oldattal hoztuk egyensúlyba, majd az oldatokat aktív Sr-al jelezve mértük azok aktivitását, különböző időpontokban történő mintavétellel.

Megállapítást nyert, hogy a Sr-89 megkötődése függ a talaj és az oldat Ca-tartalmától és a talaj agyagtartalmától. A különböző talajokon az Sr-megkötődés százaléka 20–40 között változott, míg bentonit esetében ez az érték 60–80%. Az adszorbeálódott Sr kioldását vizsgáltuk különböző agyagtartalmú talajoknál. A kioldást vízzel, 0,01 m CaCl₂-vel és 0,001 n HCl-el végeztük.

A mérési adatok azt bizonyították, hogy a talajban megkötődött és az oldószeres kezelés után is visszamaradt Sr mennyisége függ a talaj agyagtartalmától.

Az Sr-89 megkötődésének és kioldásának tanulmányozása útján kapott adatok felhasználhatók radioaktív *fall-out*-ból származó Sr-90 talajban történő megkötődésének és kilúgzódásának jellemzésére is. Megállapíthatók azok a paraméterek, amelyek a kilúgzódást elősegítik és a radioaktív szennyezettséget csökkentik.

I r o d a l o m

- [1] BERGSETH, H. & HABEGO, F. A.: Determination of cation exchange capacity in colloidal soil material by means of radiostrontium. *Soil Sci.* **95**, 91–97, 1963.
- [2] DARAB, K. & TÖRÖK, I.: A Sr-90 mozgását és megkötődését befolyásoló néhány talajtani tényező vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan* **20**, 147–156, 1971.
- [3] FRANCIS, C. W. & GRIGOL, D. F.: A rapid and simple procedure using Sr-85 for determining cation exchange capacities of soils and clays. *Soil Sci.* **112**, 17–22, 1971.

Érkezett: 1972. március 8.

Study of the Sr-89 Adsorption in Different Soils

I. TÖRÖK

National Institute for Agricultural Quality Testing, Budapest (Hungary)

Summary

Model experiments have been performed with different types of soils to study the adsorption of the Sr-89.

The soils have been equilibrated by different concentrations of the CaCl_2 solution, then, labelling the equilibrium solutions by Sr-89, we have measured the activity, sampling at different time intervals.

It has been stated that the fixation of Sr-89 depends on the Ca-content of the soil and the solution and the clay content of the soil.

In different types of soils the fixation of the Sr-89 was ranging 20–40%, whereas in the case of bentonite it was as high as 60–80%. The dissolution of the adsorbed Sr-89 has been examined for soils with different clay contents. The extraction was made with water, with 0,01 n CaCl_2 , and 0,001 n HCl.

The data have proved that the fixed Sr after the different extractions is dependent on the clay content of the soil.

The data obtained for the fixation and dissolving of the Sr-89 are characteristic for the fixation and leaching of the Sr-89 originating from a radioactive fallout as well. In addition we can determine the parameters which help to promote leaching out and decrease radioactive contaminations.

Table 1. Characteristics of the soils studied. (1) The soil and soil type. (2) Ca, in the water extract, me/g. (3) Physical clay, %.

Table 2. The Sr-89 adsorption of the studied soils, in equilibrium with solutions of different CaCl_2 contents ($t = 24$ hours). (1) Samples: Bentonite, A–B–C–D-soils. (2) Water.

Table 3. Characteristics of the soil samples for Sr-89-dissolution. (1) Sample. (2) Ca in the water extract me/100 g. (3) Physical clay, %.

Table 4. Percentage of the adsorbed Sr-89, extracted from the soils. (1) Soil. (2) Water. (3) Sr-89 fixed in the soil.

Fig. 1. Fixation of the Sr-89 in bentonite. Vertical axis: fixation percentage. (1) Water. (2) 0,005 n CaCl_2 . (3) 0,01 n CaCl_2 .

Fig. 2. Fixation of the Sr-89 in different soils. Vertical axis: percentage of fixation. (1) Water. (2) 0,001 n CaCl_2 . (3) 0,005 n CaCl_2 . (4) 0,01 n CaCl_2 .

Étude de l'adsorption du Sr-89 sur quelques sols

I. TÖRÖK

Institut National pour la Qualification des Produits Agraires, Budapest (Hongrie)

Résumé

On a fait des expériences modèles au laboratoire pour étudier l'adsorption du Sr-89 sur quelques sols.

Les échantillons de sol étaient équilibrés par des solutions aux différentes concentrations de CaCl_2 ; l'activité des solutions tracées par radiostrotrium était mesurée aux différentes dates.

On pouvait établir que la fixation du Sr-89 dépend de la teneur en Ca du sol et de la solution ainsi que de la teneur en argile du sol. Le pourcentage du Sr fixé était de 20 à 40 en cas des sols et entre 60 et 80 pour le bentonite. Sur des échantillons de sol aux différentes teneurs en argile on a aussi étudié l'extraction par l'eau, 0,01 n CaCl_2 et 0,001 n HCl du Sr adsorbé.

Nos analyses ont démontré que la quantité du Sr adsorbé dans le sol et y fixé après les différentes extractions, dépend de la teneur en argile des sols.

Les données reçues au cours de nos études peuvent être employées pour la caractérisation de la fixation et du lessivage dans le sol du Sr-90 provenant des retombées radioactives. Les paramètres favorisant le lessivage et diminuant la contamination radioactive sont aussi discutés.

Tableau 1. Données des sols examinés. (1) Types de sol. (2) Ca dans l'extrait aqueux, meq/g. (3) Argile physique, %.

Tableau 2. Adsorption du Sr-89 des sols équilibrés par des solutions aux différentes teneurs en CaCl_2 ($t = 24$ heures). (1) Échantillons: bentonite, sols (A-B-C-D). (2) Eau.

Tableau 3. Données des échantillons de sol employés pour étudier l'extraction du Sr-89. (1) Sols. (2) Ca de l'extrait aqueux, meq/100 g. (3) Argile physique, %.

Tableau 4. Pourcentage de l'extraction du Sr-89 adsorbé dans les sols. (1) Sols. (2) Eau. (3) Sr-89 restant fixé dans le sol, %.

Fig. 1. Fixation du Sr-89 sur bentonite. Axe vertical: pourcentage de fixation. 1. Eau. 3. 0,005 n CaCl_2 . 4. 0,01 n CaCl_2 .

Fig. 2. Fixation du Sr-89 dans différents sols (A-B-C-D) Axe vertical: 1. Eau. 2. 0,001 n CaCl_2 . 3. 0,005 n CaCl_2 . 4. 0,01 n CaCl_2 .

Изучение адсорбции Sr-89 в различных почвах

И. ТЁРЁК

Государственный институт по контролю за качеством почв и сельскохозяйственных продуктов, Будапешт (Венгрия)

Резюме

Для изучения адсорбции Sr-89 заложили модельные опыты с различными почвами.

Почвы привели в равновесное состояние с раствором CaCl_2 различной концентрации, затем пометив растворы активным стронцием, измеряли их активность в различное время взятия образцов.

Установили, что связывание Sr-89 зависит от содержания кальция в почве и в растворе и от содержания глины в почве.

Процент связывания стронция в различных почвах изменялся в пределах 20-40, в то время как в бентоните связывание стронция проходило на 60-80%. Изучали растворимость адсорбированного стронция в почвах с различным содержанием глинистых частиц. Растворение проводили водой, 0,01 н. CaCl_2 и 0,001 н. HCl.

Данные измерения показали, что количество адсорбированного стронция и оставшегося в почве после обработки растворителями зависит от количества глинистых частиц в почве.

Данные, полученные при изучении связывания и растворимости Sr-89 могут быть использованы и для характеристики связывания и выщелачивания в почве Sr-90, происходящего из радиоактивных отходов. Можно определить и параметры, способствующие выщелачиванию и снижающие радиоактивное загрязнение.

Табл. 1. Свойства изученных почв. (1) Почвенный тип. (2) Содержание кальция в водной вытяжке, в мг.экв/100 г. (3) Физическая глина, %.

Табл. 2. Адсорбция Sr-89 в изученных почвах при равновесном состоянии с раствором CaCl_2 различной концентрации (время = 24 часа). (1) Образцы: бентонит, почвы A-B-C-D. (2) Вода.

Табл. 3. Свойства почв изученных на выщелачивание Sr-89. (1) Образец. (2) Содержание Ca в водной вытяжке в мг.экв/100 г. (3) Физическая глина, %.

Табл. 4. Процентное выщелачивание Sr-89, адсорбированного в почве. (1) Почва. (2) Вода. (3) Оставшийся в почве Sr-89.

Рис. 1. Связывание Sr-89 бентонитом. По вертикальной оси: связывание в %. 1. Вода. 3. 0,005 н. CaCl_2 . 4. 0,01 н. CaCl_2 .

Рис. 2. Связывание Sr-89 в различных почвах (A-B-C-D). По вертикальной оси: связывание в %. 1. Вода. 2. 0,001 н. CaCl_2 . 3. 0,005 н. CaCl_2 . 4. 0,01 н. CaCl_2 .